《自然科学史研究》 第32卷 第2期(2013年): 192—202
Studies in the History of Natural Sciences Vol. 32 No. 2(2013)

论乐律与历法、度量衡相和合的古代观念

戴念祖[1,2] 王洪见[1]
(1. 首都师范大学物理系,北京 100048; 2. 中国科学院自然科学史研究所,北京 100190)

摘 要 在中国古代,乐律、历法与度量衡被看作是彼此和合的学科。其中,前者是决定后两者的根本。这种观念的产生是基于这三者中具有某种数字对应的关系,甚至乐律的参数可作为历法、度量衡的基本数据。加之,这些数字又与天地、自然和哲学中的某些数字神秘的纠结在一起,从而成为古人崇尚的文化观念并流传几千年。这种文化现象曾分别对这三个学科在古代的进步发展有过一定的影响,但从中也产生了伪科学,即候气说。在对此历史初步探讨的基础上,明确指出了历法和度量衡起于乐律的渊源所在,并解答某些人的质疑。

关键词 乐律 历法 度量衡 候气 刘歆 京房
中图分类号 N092
文献标识码 A **文章编号** 1000-1224(2013)02-0192-11

音乐学、天文历法与计量学中的度量衡三者,在今天的科学概念中是毫不相干的三个学科门类。但古代人将他们看作是彼此相关的、合一的、和谐的知识。本文将此种关联称为“和合”。几千年来,乐律(musical tone)与历法被视为同一的“律历”学,乐律与度量衡也称为“同律度量衡”,律管可作为探测时令节气变化的工具。乐律统帅着历法与度量衡。如此一类的观念在古代文化史中不仅时间长久,且确也曾对这三者的进步发展有过重要影响。它们构成中国古代文化史中一个不可忽略的组成部分。无论怎么看待它们,是垃圾、科学或原始科学,都值得我们加以梳理和研究。更何况今天的文化史工作者中,曾不断有人提出并试图解答为什么历代正史中会有“律历志”?乐律如何与度量衡统一?“候气说”究竟是对还是错?本文试对此作一探讨,以就正于读者。

为了陈述扼要和阅读方便,本文作了一些重要的脚注。它们仅对于感兴趣的探究者有必要。特此说明。

1 乐律与历法

乐律与历法相和合的思想,在古代发挥到极致。历代正史中“律历志”一篇就是证

收稿日期: 2013-01-08; 修回日期: 2013-05-02
作者简介: 戴念祖,1942年生,福建长汀人,首都师范大学物理系讲座教授,中科院自然科学史研究所研究员;王洪见,1989年生,山东枣庄人,首都师范大学科学技术史专业研究生。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

明。从班固作《汉书·律历志》以来,到宋代止,在较为长久的封建王朝的史书中,几乎都有这一篇文字。其间,唯新、旧《唐书》将音乐、历法、天文各自分别独立成篇。① 在宋代之后,十二等程律的发明者朱载堉的早年著作中还有《律历融通》一书。可见,律与历相和合的思想何其源远流长。

起初,人们仅仅关注乐律与天地自然事物中数字上的排比或对应,其记载最早见之于《礼记·礼运》。该书集先秦各种礼仪论著而成。它将今天音乐的转调称之为"还相为宫",并写道:

> 五行、四时、十二月,还相为本也。五声、六律、十二管,还相为宫也。五味、六和、十二食,还相为质也。五色、六章、十二衣,还相为质也。

战国时期的阴阳家、占卜者对此排比对应加以发挥,将八度内十二律(六律六同)、一年十二月(四季)、一天十二时辰、乐律的旋宫变化、天空中二十八宿位置、月相的周而复始等作出数字上的对应,从而丰富了他们自己的占卜方式与手段。[1] 甘肃天水放马滩出土的秦简《日书》、《律书》就是这种占卜文献之一。[2]

秦汉时期,谶纬之学盛行,五行、八卦、乐律、历日相关联的思想观念大发展。在这个时代问世的著作,如《吕氏春秋》、《春秋繁露》、《淮南子》、《史记》、《汉书》等无一不以大量篇幅涉及此类问题。它们将音乐中律名、阶名和表述天体运动的名称术语、月份、季节、风向、星辰位置、五行术数、《易》与八卦彼此相对应,构成一种奇特的文化现象。[3] 在他们看来,音乐世界的发声规律与自然的和人为的某些运动规律在数字或时空中总是相互对称的。这或许就是古代人的"天地和谐"或"律历和谐"的观念。在当时的学者看来,乐律在这和合关系中起着领先的作用。《史记·律书》写道:

> 王者制事立法,物度轨则,壹禀于六律,六律为万事根本焉。

乐律在历史上相当长时期曾起着如此重要的作用,单靠一种观念的建立、一种文化现象的流布,是远远不够的。其间,必有某种重要举措及其成功的尝试。在乐律与历法的和合中,汉代太初历的制定无疑起着极大的影响。

太初历是中国历史上首次以国家的力量组织编纂,并且迄今仍留下较详细文字记载的一部历法。其前的黄帝历、夏历、殷历、周历、鲁历、颛顼历,统称"古六历","其法不传"(《新唐书·历志一》),在古籍中只有零散的相关文字记载,甚或仅有其名而已。汉武帝太初元年(公元前 104 年),鉴于当时袭用的秦朝颛顼历有误差,太史令司马迁、大中大夫公孙卿、壶遂建言改历。邓平和来自民间的天文家唐都、落下闳等 20 余人提出了 18 种方案,最后选定了邓平、落下闳方案。落下闳作具体运算。"其法以律起历"(《汉书·律历志》),即以黄钟(C 音)律管的长度 9 寸之数省略量纲而自乘,$9 \times 9 = 81$,逐将一日之长分为 81 份。以此算出一月之长(朔望月)为 $29\frac{43}{81}$日(小月)或 $30\frac{2.5}{81}$日(大月),一年之长(回归年长度)为 $365\frac{385}{19 \times 81}$日 $= 365.2501$ 日。[4] 时人称这部历法为"'八十一分律'历"

① 在二十四史中,有"律历志"篇章者为《汉书》、《后汉书》、《晋书》、《宋书》、《魏书》、《隋书》、《宋史》。新、旧《唐书》无此篇,宋以后各代正史也无此篇。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(《汉书·律历志》)。省略“八十一分”,简称“律历”。这就是中国文化史上特有的“律历”之来源。“以律起历”的内涵就是以黄钟(C)的长度9寸作为历法中“日”的起算基本参数。史家编写“律历志”,其源如此。①

经过天文家复核校验,太初历颁行使用。迄汉昭帝元凤元年(前80年),即在该历行用24年之后,太史令张寿王诘难太初历:冬至时刻“先天”$\frac{3}{4}$日。所谓“先天”即理论计算值比实际观测值提前。汉昭帝诏见张寿王,并令主使历官鲜于妄人诘问;又令大司农中丞麻光等20余人观测“日、月、晦、朔、弦、望、八节二十四气”。(《汉书·律历志》)经过六年的观测,证明太初历仍是当时合天象的历法。从太初元年到元凤六年(前75年)约30年间,太初历经历几次大争论并受到检验,真可谓“积三十年,是非乃审”(《后汉书·律历志中》)。30年的岁月,思想意识上的“律历”观已在人们的心中得以建立。

太初历运用百年之后,它与天象观测的误差已经显露。西汉末,王莽持政。此时,太中大夫刘歆受命“典儒林史卜之官,考定律历”。(《汉书·楚元王传》)经过他修订后的太初历更名三统历。在修订过程中,他心底里或私底下必有一本明晰数字账,但在他写下的有关奏本文字中,制造了前无古人的复杂的数字神秘主义。② 他提出所谓“天数”(10以内所有奇数之和,即1+3+5+7+9=25)、“地数”(包括10在内的10以内所有偶数之和,即2+4+6+8+10=30),假托《春秋》、《易》数、大衍,推月法;将五星周期的数据附会于五行生克和十二乐律,如此等等。(《汉书·律历志》)纵使如此,他并未更改太初历中“八十一分日法”。(《汉书·律历志》)③他的改历举动,修正了太初历的误差,使三统历的月、年、岁星(木星)周期等更准确地符合天象实际,([4],158~159页)同时又一次

---

① 在“以律起历”中,附会、凑数的文字甚多。如《汉书》卷21上《律历志上》写道“律容一龠,积八十一寸,则一日之分也。与长相终。律长九寸,百七十一分而终复。三复而得甲子。夫律阴阳九六,爻象所从出也。故黄钟纪元气之谓律。律,法也,莫不取法焉。”设律龠长为l,管半径为r,则其积$v=\pi lr^2$。$l=9$寸,r设为3分,显见其“积”不等于81“寸”(立方寸)。第一句就错了。第二句的数学式子为:$9\times19=171$,$171+9=180$,$180\div3=60$(甲子之数)。这是在黄钟律龠长(9寸)和19年7闰法中玩弄数字游戏。第三句,将黄钟长9寸、林钟长6寸与《易》中阴阳爻象之数相比附,故有“爻象所从”出一句。《汉书·律历志下》的相关文字比较实在。它说“日法八十一。元始黄钟初九自乘,一龠之数,得日法。”

② 班固《汉书·律历志》取自刘歆的修历奏本。该志弁言对此已作了文字说明。刘歆作三统历的“密要”也在《汉书·律历志》中作了交代。

在《汉书·律历志》中,刘歆说“是故元始有象一也,春秋二也,三统三也,四时四也,合而为十,成五体。”实际上,这就是1+2+3+4=10。刘歆称10为“五体”之数。这五个数字代表“元始有象”、“春秋”、“三统”、“四时”、“五体”。紧接着,以5×10−1=49(大衍之数)、以1(道一)、2、3、4(象爻)等将“道”、“春秋”、“易象爻”、“大衍”等扯在一起。然后,又将它们与五行、乐律等数字附会在三统历的月、年、闰的一系列数值上。

古希腊的毕达哥拉斯(Pythagoras,前584~前497)将1+2+3+4=10称为“天数”、“完美数”。他由此推想天体必有10个,从而虚构了他的“天体音乐”与“天体和谐”的观念(参见戴念祖,《天体音乐概念的起源与发展》,《中国音乐学》2012年第4期,5~9页)。刘歆在虚构律历和谐观、发挥数字神秘化技巧方面,走得比毕达哥拉斯更远。

③ 刘歆这样算出“八十一”:“《易》曰‘参天两地而倚数’。天之数始于一,终于二十五。其义纪之以三,故置一得三,又二十五分之六,凡二十五置,终天之数,得八十一。”(见文献[14])这意思是:

$1+3+5+7+9=25$(天数),

$\left[(1\times3)+\frac{6}{25}\right]\times25=\frac{81}{25}\times25=81=9\times9$(黄钟之数)

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

确认“以律起历”或“历起于律”的所谓“律历”观念。

实际上，三统历是太初历的继续。直到东汉章帝元和二年（公元 85 年），编䜣、李梵造东汉四分历，太初历才最终废弃不用。“八十一分律历”整整应用了 190 年。以乐律的基本数字作为历法参数的多次成功的尝试，终于牢固地确立了古代中国人的律历和合的观念。这种文化观念的建立，与司马迁、邓平、落下闳、刘歆等汉代名家的名字是分不开的。班固作《汉书》，开创“律历志”篇章，其功也不可灭。加之，汉王朝在历史上的前所未有的繁荣昌盛，后代诸正史，以《汉书》为楷模，接续地撰写“律历志”。甚至明代晚期，朱载堉在创建十二等程律之初还写了《律历融通》一书并制订了“黄钟历”。①

朱载堉说“自落下闳造太初历，取法黄钟律数，而后知创历不可无所本”，“是知律者，历之本也；历者，律之宗也。其数可相倚而不可相违。”[5] 但在今天看来，音乐、历法是各自独立的两门学科；律与历合成一门学科属于原始科学；律历和合观，是原始科学文化观念。新旧《唐书》的作者们未将律与历合二为一，他们已经看出了前人造历中的数字障眼法。《新唐书·历志》写道：

> 至汉造历，始以八十一分为统母，其数起于黄钟之龠，盖其法一本于律矣。其后刘歆又以《春秋》、《易象》推合其数，盖附会之说也。（《新唐书·历志一》）

自汉至唐的 800 年间，历家们第一次指出了律数与历数合一的“附会之说”。这无疑是中国科学文化史上的一次突破和进步。②

清代历算家梅文鼎（1633～1721）对律历合志的历史事件说道：

> 按律历本为二事，其理相通而其用各有别，观于唐虞命官羲和治历、夔典乐，各有专司。太史公本重黎之后，深知其理，故分为二书。班书合之，非也。……后世言历者，率祖班志，故史亦因之，厥后渐觉其非，而不能改。直至元许衡、郭守敬乃始断然以测验为凭，不复以钟律、卦气言历，一洗诸家之附会，故其法特精。此律历分合之由也。[6]

这是对古代中国律历和合观念的流变所做出的历史总结。

---

① 朱载堉《律历融通》卷一《黄钟历法·步律吕第一》指出他为何定此书名，为何将其所造之历称为“黄钟历”的原因。他甚至于宁可将“历元”、“历限”等名词中的“历”字改成“律”字。例如，朱载堉取万历九年作为他的历法表面起算点（即“律元”），其书中却附会上他的黄钟纵黍尺（1 尺 9 寸，1 寸 9 分之尺）；实际起算点是万历九年之前 300 年（即律限），又附会上三分损益法中的“纪之以三”的文字。诸如此类，不一一例举。近年，刘勇、唐继凯作《律历融通校注》（北京：中国文联出版社，2006），对朱载堉著作中所用文献作出了认真注释，但对其中重要的历法数据，律与历相比附数据，甚至于对朱载堉创建十二等程律的数据一概未注。很可能他们未曾读懂和理解这些数字。该校注本的“序”（赵宋光作）和“导读”（唐继凯作）中的观点，本文也不敢苟同。

② 新旧《唐书》已无“律历志”，《宋史》却复兴律历合一的观念，且其《律历志》达十七卷之多，为正史书所罕见。元朝脱脱等修《宋史》时，《志》部分在宋代“本已完备”（赵翼《廿二史札记》，卷 23；《宋史》中华书局校点本“出版说明”，中华书局，1977 年版，第 1 页）。《宋史·律历志》作者们认为，“古人自入小学，知乐知数，已晓其原。后世老师宿儒犹或弗习律历，而律历之家未必知道，各师其师，岐而二之。”（《宋史》卷 68《律历志一》，中华书局，1977，第 5 册，第 1491 页）在《宋史》作者看来，新、旧《唐书》无“律历志”篇章，是因为这些书的作者的老师们“弗习律历”造成的。这可谓科学文化史或音乐文化史上的一个笑料。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2 乐律与度量衡

音乐与度量衡的关连是指以黄钟宫音(C)管的长度、容量作为度量衡的最基本单位。这样的黄钟管称为“律龠”,以区别普通量器“龠”。在古代(尤其汉代)计量单位中,有龠、合、升、斗、斛等。1 合 = 2 龠,1 升 = 10 合 = 20 龠。1 龠黍之重 12 铢,24 铢为 1 两,1 斤为 16 两。一钧 = 30 斤。在汉代人看来,度量衡的基本单位龠、铢是以律龠为准则的。所谓“黄钟,其实一龠,以其长自乘,故八十一为日法,所以生权衡度量,礼乐之所由出也。”(《汉书·律历志》)音乐与历法、度量衡就是这样彼此和合在一起。

以自然物体或人身体作为度量基准是计量学的古老起源,也是原始科学之一。《孔子家语》说“布指知寸,布手知尺,舒肘知寻,斯不远之则也。”[7] “寻”,或称为“仞”,约为汉代 8 尺。[8] 在日常语汇中,今天仍有“一拃宽”、“两指厚”、“合抱粗”、“十步远”等计量术语。汉代经学家刘向(前 77 ~ 前 6 年)曾提出以粟作为度量衡单位的设想,即 1 粟之长为 1 分、2400 粟为 1 两、12000 粟为 1 合。(《后汉书·律历志》)在古代或中世纪的西方文明中,也有类似计量术语和方法,如,巴比伦和古埃及有“肘尺”(cubit),是从肘尖到中指端的距离;英语 foot(脚)是单位呎;yard(码)传为英王亨利一世的鼻尖到大拇指端的长度;grain(等于 64.8×10^{-6} 千克),原意为一个麦粒之重;carat(等于 1/5 克,国际通用宝石重量单位)来自阿拉伯语 quirrat,是一粒刺槐树种子,用其作为称宝石的砝码。[9]

乐律与度量衡和合的思想可追溯至先秦典籍。据《尚书·虞书·舜典》载,舜帝于二月东巡至泰山(岱宗),颁布法令,要求各部落“协时月正日,同律度量衡”。(《十三经注疏》)这是传说中舜帝企求统一各部落的月日时间、音调高低和度量衡大小的文献记载。就音调而言,战国曾侯乙编钟铭文所反映当时各国之混乱情形,[10] 足见这种统一的必要性。这里的“同”字是“统一”的“统”的假借。然而,当后人推出律与度量衡相和合的观念,并创制黄钟律龠作为度量衡的标准器时,便拉大旗作虎皮,抬出《舜典》中这句文字,以证明他们的举措是古已有之,并且是失传了的圣人圣举。中国古代的许多发明创造以托古为舆论之先,不能不说亦一悲剧矣。

图 1 戴震绘战国鬴图

除了在认知上误读“同律度量衡”的观念之外,先秦文献确有乐律与度量衡彼此和合的文字。“战国鬴”(又称“栗氏量”)将不同量器“鬴”、“豆”、“升”集一体,其总重为一钧。(《周礼·冬官考工记》,《十三经注疏》本)它是世界计量史上最早的人工基准器。[11] 令人惊讶的是,该鬴“声中黄钟之宫”。也就是说该器物将当时的标准音调也包括在内了。从现代科学眼光看,该鬴合黄钟宫(C)音,或许并非普遍规律。从音乐角度看,鬴(图 1)[12] 是一种壳式振动体,在其结构和形状不变之下,其音调决定于敲击点的壁厚和敲击点所在位置。“其声中黄钟之宫”的说法

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

就令人怀疑了。自然，这文字记载不碍后人以此作为创造思维的起点。

将律龠作为度量标准器的始作俑者是汉代刘歆。他的操作技术和方法是，选择“子谷秬黍中者”，即选择大小适中的黍粒，将他们挨紧排成一直线，90 粒黍之长为 90 分，为“黄钟之长”，律龠则刚好装黍 1200 粒，其重刚好为 12 铢。这样的律龠就成为度量衡的基准单位。《汉书·律历志》就刘歆的这一发明写道：

> 度者，……所以度长短也。本起于黄钟之长。以子谷秬黍中者，一黍之广，度之九十分，黄钟之长；
>
> 量者，……所以量多少也。本起于黄钟之龠。用度数审其容，以子谷秬黍中者千有二百实其龠；
>
> 权者，……所以称物平施，知轻重也。本起于黄钟之重。一龠容千二百黍，重十二铢。

刘歆不会只是口头说说而已。他必定在大量黍粒中随机地选择了适中一部分，从而成功地制造了律龠。这些器物被他的同时代人藏于鸿胪寺。（《汉书·律历志》）①他的相关的总结文字为《汉书·律历志》作者所采纳，也被后代“视为经典”、“永为传颂”。（[11]，205～206 页）

从现代科学眼光看，黄钟律龠作为度量衡标准器就相当于以声波的波长定义基准长度。[13,14] 刘歆实际上是在追求一种基本物理量作为恒常的计量标准。黄钟宫音一旦确定，它不随人而变。调律时，黄钟宫音是起始音。起始音用的律管不存在管口校正问题。因此，黄钟律龠的使用，是人类科学进步的标志，也是现代以光波作为计量标准的思想发端。②

仿战国鬴，刘歆也设计、制造了标准器“斛”。后人称其为“新莽铜嘉量”，简称为“新嘉量”，又称“刘歆斛”。（[11]，259～260 页）它集斛、斗、升、合、龠五量为一体，其数量关系为 1 斛 = 10 斗，1 斗 = 10 升，1 升 = 10 合，1 合 = 2 龠。斛“重二钧”、“声中黄钟”。（《汉书·律历志》）刘歆斛在 1930 年代为故宫博物院再次发现（图 2），其铭文之一写道：

图 2 新莽铜嘉量（刘歆铜斛）

> 律嘉量龠，方寸而圜其外，庣旁九毫，冥百六十二分，深五分，积八百一十分。容如黄钟。[15]

在这里所谓“容如黄钟”与《汉书·律历志》所载“声中黄钟”是两个完全不同的物理

---

① 鸿胪寺是职掌祭祀礼乐并保管其器物的官署。

② 现在的长度基本单位之一为米。以铂金属棒制成的“米”基准器于 1798 年保存在巴黎法国度量衡局。1828 年有人提出以光的波长作为长度基准单位的建议，但直到 1963 年才采用氪（Kr_{30}^{86}）原子内电子跃迁辐射的光波作为“米”的长度基准。（[9]，142～143 页）

在计量基准的进化中，人类迄今经历了论堆计价、身体基准、谷物基准、天地基准（如地球子午线）、人工基准（如战国鬴、法国米原点）、原子基准（原子能级跃迁中辐射波长）等阶段。黄钟律龠起于谷物基准，又比人工基准的思想高超。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

概念。汉代文人并未对此作认真推敲。或许他们认为: 容量同则声高必一致。那时的他们,尚未有关于管音与壳振动的声音二者所含物理条件完全不同的认识。“容如黄钟”是容易做到的事,“声如黄钟”却并非那么简单。

按照汉度量制度,1 钧 = 30 斤 = 11520 铢。这一钧之铢数,被刘歆称为“万物之象”,“物历四时之象”(《汉书·律历志》)。东汉天文学家张衡(78 ~ 139)曾在洛阳历数天空星体,他说:

> 中外之官,常明者百有二十四,可名者三百二十,为星二千五百,而海人之占未存焉。微星之数,盖万一千五百二十。(《后汉书·律历志》)

由此可见,天上微星之数与一钧之铢数相合,时人不能不为之惊讶! 张衡提供了“天地和谐”的惊人数字。张衡很有可能受刘歆的度量衡思想的影响。汉代人将数、度、量、衡、和声与历法,合为史书中一篇,就不足为怪了。刘歆认为,它们之间“参五以变、错综其数”,然“靡不相协”也(《汉书·律历志》)。此后,这种和合观念牢牢地镶嵌在中国传统文化之中。自汉以降,历代凡在乐律、计量上有所举动之时,必论及律度量衡之和合关系。直至清朝康、乾时代也未曾跳出这个传统的藩篱。(同[11],524 ~ 528 页)

明代朱载堉是汉以来第一个用心去实践标准量黄钟律龠的学者。他为了获得“中式之黍”和长节均匀之竹,自己多次到山西上党羊头山去采集黍粒,甚至自己种黍、种竹,以致在其藩国(今河南沁阳市)“黍成顷,竹成林”。[16] 在选定“中式”或合适之黍后,他做了多次排黍成尺的实验。最后发现,横排黍粒 100 粒为 1 尺,纵排黍粒 81 粒为 1 尺,斜排黍粒 90 粒为 1 尺。他分别称此三者为“横黍尺”,即日常所用“度尺”;“纵黍尺”即“律尺”;“斜黍尺”是一种混合进位尺,每尺 9 寸,每寸 10 分。这三种尺的单位长度“尺”都相同。他以横黍尺为标准,在黄钟律龠内做容黍实验。发现该龠“合千二百黍,天平称之,重三钱。”([16],314 页)朱载堉的黄钟正律(C)的律龠长 $l = 1$ 尺 = 100 分,直径 $d = 3.53$ 分。他算得其体积 $v = 982.09275$ 立方分。他又据“栗氏量”相关尺寸,算出其龠量为 $v = 982$ 立方分有奇。① 嘉量龠与律龠的容积数值相同,令朱载堉欣喜非常。他写道:

> 律与量若合符节而无一毫错谬,此乃千载之所未有,而今一旦得之,岂非幸乎?
>
> 恐后世同志之士于此未解,故详注之。有可疑处,亦详辩之。此乃律学第一要务,读者不可以其迂阔难晓而遂废不讲也。[17]

入清以后,康熙、乾隆二帝在自己的乐律著作中大量抄袭朱载堉的文字,只不过他们不愿提及这位亡朝王子的名字罢了。[18]

先制造黄钟律龠,再以此为基准造度量衡器具,这并非是一件难事。问题在于,黄钟律龠更多地是音乐中音高标准器。音乐不只是数学的学科,更是艺术的学科。艺术的丰富多彩决不可能定格、甚至定死在科学的计量尺上。因此,汉以降,对黄钟律龠争论不断。加之,初始排黍无一定格式和规定,又需参照尺度排黍,故在宋代为“度由律起”还是“律由度起”而争论了整 30 年而不决。[19] 这在古代史上是罕见的学术之争。

---

① 这些繁琐的计算及数据占朱载堉著作的大量篇幅,本文不一一列举。(参见: 戴念祖《天潢真人朱载堉》,郑州: 大象出版社,2008 年,第 265,280 – 284 页)据考,“栗氏量”1 鬴 = 5 区,1 区 = 4 豆,1 豆 = 4 升,1 升 = 10 合 = 20 龠,故 1 鬴 = 1600 龠。朱载堉按其横黍尺度量栗氏量的“深尺,内方尺而圜其外”,并运用他自己的 $\pi = 3.1426969$,从而算出其结果。在做栗氏量与律龠的数值比较中,取 π 值的大小实际上与计算无关。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在人类历史上做出某种发现，提出一种思想观念，又能为后世传承千年者，当是科学史和文化艺术史上值得记录的人物。刘歆是其中之一。刘歆（？～23），字子骏，在经学上的贡献众所周知，但他在科学文化史上的发明创造却未曾得到应有的重视。他制定三统历，维持落下闳的“八十一分律历”，使律历和合的观念流传千年；他首创黄钟律龠作为度量衡的标准器，制造了“新嘉量”，使律与度量衡和合的观念流传了一千八百年。虽然刘歆在提出这些观念中塞满了数字神秘主义，但仍看出“以律起历”和“以律起度量”中的原始科学的价值。数字神秘主义是那个时代的语境使然，刘歆的作为脱不开这种语境干系。在科学史研究中发现这种语境下有所创新的文化现象，也为今日特定的语境下有所创新提供借鉴。

3　候　气

历史上所谓“候气”或“候气说”，是用律管测知时令节气的变化。在律管内装轻质灰烬，将其一端埋入地面，每逢时令节气变化之时，则灰自动从管内飞出。近年已有学者对此历史做出了评述。[20,21]

自战国时起，尤其两汉时代，占卜用律方兴未艾。除已出土的秦简《律书》、《日书》之外，《汉书·艺文志》载有不少相关的以律占卜之书，①如《钟律消息》、《钟律灾异》、《五音奇胲刑德》、《五音奇胲用兵》等。（《汉书·艺文志》）在西汉宫内“大予乐”②官中，除歌舞、乐队人员之外，尚有“听工”一人。所谓“听工”，是“以律知日冬至”者。（《汉书·礼乐志》）③董仲舒提出天人感应说，王充集时人自然知识而初创元气说。尤其是“气有升降”，“地气上齐，天气下降”[22]等说法，为其时图谶之学者或阴阳灾变之家，充分发挥和利用。候气说正是在这样的社会环境中产生的。

据《后汉书·律历志》载，候气之法是在一个“密封”的三重室内放上桌子（“木案”），装有苇膜或竹膜灰（“葭莩灰”）的律管斜置于（“内庳外高”）桌上；“气至者灰动”，即某节气至，则某律管灰飞出，或称为“律气应则灰除”。如冬至到，则黄钟律管灰飞；夏至到，则蕤宾律管灰飞，误差在五日之内（“进退于先后五日之中”）。（《后汉书·律历志中》）这里，三重室的所谓“密封”，是以牲血（“衅”）涂抹墙缝，内墙面挂上绢帛（“密布缇缦”），以防风吹。后人据此还画出汉代“律室图”（图 3）[23]。或许，鉴于候气不成功，历史上遂将律管改为置于地面，或地下穴中，或埋入土内等。然而，终因无“气”从地底上升并带动管内“灰”飞出，候气实验就成为中国古代科学史与音乐史上一大悬案。

候气说是汉代易学家京房（前 77～前 37）在元帝（前 48～前 32 年在位）时提出来的。《后汉书志·律历志》弁言中曾指出，“元帝时，……杂试问房于乐府。……房言律详于（刘）歆所奏，其术施行于史官，候部用之。文多不悉载。故总其本要，以续《前志》”。

---

① 王充《论衡·诘术篇》记述了五音占卜的蛛丝马迹《论衡·知实篇》批判了所谓孔子以吹律定其姓名的虚伪。

② “大予乐”是宫廷中职掌歌舞音乐的机构，相当于今日皇家歌舞团。

③ 吹律管“知冬至”日，无科学根据。大气温度与湿度会影响弦线张力，导致弦振动频率稍有改变，但不影响律管内空气柱的振动频率及其音高。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

图 3　唐代《乐书要录》载“汉律室图”

(《后汉书志·律历志上》) 这就是说,《后汉书志》的作者司马彪是将京房的律历论述摘要而成《后汉书志·律历上》,以续《汉书·律历志》。由此可断定,《后汉书志·律历志》所载候气说创立者就是京房。它一经提出,就被同时代的蔡邕、扬雄所采纳。有些研究者将候气说误断为东汉蔡邕(132～192) 的发明[20]①,或误断为扬雄(前 53－公元 18 年) 的发明[21]②,当一一改正之。

京房不仅是易学家,也是乐律学家。他将诸多自然现象搅合一起,以致正误相渗,令人真假难辨。《后汉书·律历志上》引京房语写道:

冬至阳气应,则乐均清,景长极,黄钟通,(炭) 轻而衡仰。夏至阴气应,则乐均浊,景短极,蕤宾通,(炭) 重而衡低。

在一年之中,冬天气候干燥,乐器弦线(古代多为肠线) 相应收缩,其声相对高些。这就是“乐均清”之意。“均”,指音调,“清”是音调提高,“浊”是音调降低。冬至日影最长,夏至日影最短。在天平两端各悬等重的炭和铁。冬天来临,炭因大气干燥而变轻; 夏天潮湿,炭因吸湿性而变重。在京房所例举四个自然现象中,有三个是正确的。惟有冬至日“黄钟通”,夏至日“蕤宾通”,绝对荒谬。这里的“通”也就是“灰飞”之意。候气说一直流传至清代,其间许多古代科学家也被蒙骗。究其原因,除了儒士只谈经、君子不动手之外,其提倡者的障眼法,即将错误塞进正确的包装皮中,不能不说是一个原因。

京房是汉代颇有数学与自然知识的占卜家,他计算并创建音乐上 60 律,创制一种弦式音高标准器,提出律管不可用于度调,在音乐史上作出了重要贡献。([19],243,340 页) 他提出候气说,实为他以《易》占卜思想的发挥和应用。在地震、雨雪、天气变化、水旱虫灾、天象出没等方面,他比同时代人有更多的知识,因此,在这些方面作过一些预报。《汉书·京房传》言其“长于灾变”,“以风雨寒温为候”,正是他的知识高于他人的记述。然而,仍受其知识的局限,在占卜自然现象方面,有言中者,有不中者; 而在他以自然现象占卜人事制度方面,或作假,或先有隐线,偶有猜对,却多为失误,甚至当人事灾难临于自家头上而不觉。这正是历史上诡秘占卜家们的乖舛之命。

自京房创建候气说起,该说在历代流传甚广。据史书载,以律验气,有成功者,有不成功者,也有怀疑者。直至明代晚期,王廷相、刘濂、季本、邢云路、朱载堉等学者们几乎无不质疑之。作为“河南等处提刑按察司分巡河北道佥事”③邢云路在巡视中发现,朝廷的钦

---

① 蔡邕比京房晚生 200 年,其著《月令章句》中候气说乃抄自京房。

② 扬雄比京房晚生 25 年。当京房提出候气说之时,扬雄 5 岁。扬雄在其著《太玄经·玄莹》中写道“冷竹为管,实灰为候,以揆百度。”此类文句显然是秉承京房思想而作。

③ 明朝廷这个官职相当今日检察院的地方检查员。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

天监官到“顺天府(相当于今日北京大兴地区)用机械造假”[24]的所谓“候气”之事,候气说的真实面目遂为人所知晓。入清以后,候气说曾一度成为入华传教士与中国学者历争之纠结[20]。在经过多次试验后,康熙帝宣布“依古法遍试之,皆不验……未有验于古而不验于今者。殆昔之人主忽视律数一事,而以付之有司,未尝亲加实验。史亦仍其旧文以相传而不知其误也。如或偶有一验,而非古今之常,则事属渺茫而益不足以为据矣。”([18],卷120,310页)此时,候气说方寿终正寝。

参 考 文 献

1 戴念祖. 秦简《律书》的乐律与占卜[J]. 文物,2002,(1):79~83.
2 何双全. 天水放马滩秦简综述[J]. 文物,1989,(2):23~31.
3 戴念祖. 朱载堉——明代的科学和艺术巨星[M]. 北京: 人民出版社,1986. 283~290.
4 陈美乐. 中国科学技术史·天文学卷[M]. 北京: 科学出版社,2003. 124~126.
5 朱载堉. 律历融通·序[M]//戴念祖主编. 中国科学技术典籍通汇·物理卷. 郑州,河南教育出版社,1995. 556,558.
6 梅文鼎. 历学答问[M]. 艺海珠尘本,19.
7 王肃. 孔子家语·王言解[M]//四部丛刊初编·子部. 上海: 上海书店,1989.
8 许慎. 说文解字[M]. 北京: 中华书局,1963. 161.
9 杰拉德,麦克奈尔. 科学单位词典[M]. 赵民初,何高明,译. 北京: 科学出版社,1983. 94,117,137,208.
10 崔宪. 曾侯乙编钟钟铭校释及其律学研究[M]. 北京: 人民音乐出版社. 1997. 4~9.
11 丘光明. 中国物理学史大系·计量史[M]. 长沙: 湖南教育出版社,2002. 256~258.
12 戴震,考工记图[M]. 上海: 商务印书馆,1955. 54~55.
13 王光祈. 东西乐制之研究[M]. 上海: 中华书局. 1926. 自序第3页.
14 马大猷. 中国声学三十年[J]. 声学学报,1979(4):241~242.
15 邱隆,丘光明,等. 中国古代度量衡图集[M]. 北京: 文物出版社,1981. 82~83.
16 朱载堉. 律吕正论[M]. 卷1,311. //续修四库全书[M]. 上海: 上海古籍出版社,2006.
17 朱载堉. 律学新说[M]. 卷4. 嘉量篇第三//戴念祖. 中国科学技术典籍通汇· 物理卷. 第2册. 郑州,河南教育出版社,1995. 74.
18 清高宗,御制律吕正义后编[M]. 卷113. 度量衡考//故宫珍本集刊. 第030册. 海口: 海南出版社,2000. 202.
19 戴念祖,中国物理学史大系·声学史[M]. 长沙: 湖南教育出版社,2001. 409~411.
20 黄一农,张志诚. 中国传统候气说的演进与衰退[J]. 清华学报,1993,23(2),125~147.
21 唐继凯. 中国古代的律历合一说[M]//刘勇,唐继凯. 律历融通校注. 北京: 中国文联出版社,2006. 30~35.
22 王充. 论衡[M]. 上海: 上海人民出版社,1974. 249,277~282,315~321.
23 乐书要录·汉律室图[M]//宛委别藏. 第15册. 台北: 台湾商务印书馆. 54~56.
24 邢云路. 古今律历考[M]. 卷33(律吕五·候气). 徐安刻本,1599(明万历二十七年). 6~7.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

On the Idea of the Harmonization Among Musical Tone, Calendar and Metrology

DAI Nianzu[1,2], WANG Hongjian[1]

(1. *Department of Physics*, *Capital Normal University*, *Beijing* 100048, *China*;

2. *Institute for the History of Natural Sciences*, *CAS*, *Beijing* 100190, *China*)

Abstract The musical tone, calendar, weights and measures of the metrology were regarded as harmoniousness to each other in ancient China, in which the former is the foundation of the latter two. Such an idea is based on the corresponding relationship of their numbers, and the parameters of musical tone can be used as the basic data of the calendar and weights and measures. In addition, these numbers are intertwining with several numbers of the universe, nature and philosophy mysteriously, thus the idea becoming a particular ancient cultural concept and spreading for thousands of years. This kind of cultural phenomenon had certain effect on the development of these three subjects respectively in ancient times, but it also produced the pseudoscience, namely "the Houqi theory". This paper makes a preliminary discussion on this history, clearly points out the origin that the calendar and weights and measures come from temperament, and answers some people´s related doubts.

Key words musical tone, calendar, weights and measures, Houqi, Liu Xin, Jing Fang

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net